

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2002-529953

(P2002-529953A)

(43) 公表日 平成14年9月10日 (2002.9.10)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 3 M 13/27		H 0 3 M 13/27	5 B 0 0 1
G 0 6 F 11/10	3 3 0	G 0 6 F 11/10	3 3 0 N 5 J 0 6 5
H 0 3 M 13/29		H 0 3 M 13/29	5 K 0 1 4
H 0 4 L 1/00		H 0 4 L 1/00	F

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 51 頁)

(21) 出願番号 特願2000-580308(P2000-580308)  
 (86) (22) 出願日 平成11年11月4日(1999.11.4)  
 (85) 翻訳文提出日 平成13年5月7日(2001.5.7)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US99/26101  
 (87) 国際公開番号 WO00/27037  
 (87) 国際公開日 平成12年5月11日(2000.5.11)  
 (31) 優先権主張番号 09/186,971  
 (32) 優先日 平成10年11月5日(1998.11.5)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 09/350,941  
 (32) 優先日 平成11年7月9日(1999.7.9)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 クォアルコム・インコーポレイテッド  
 QUALCOMM INCORPORATED  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州  
 92121-1714、サン・ディエゴ、モアハウ  
 ス・ドライブ 5775  
 (72) 発明者 ハラー、ハッガイ・エイチ  
 イスラエル国 32984 ハイファ、エリー  
 ザー・アルター・ストリート 22  
 (72) 発明者 ステイン、ジェレミー・エム  
 イスラエル国 34670 ハイファ、ナーマ  
 ット・ストリート 19  
 (74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

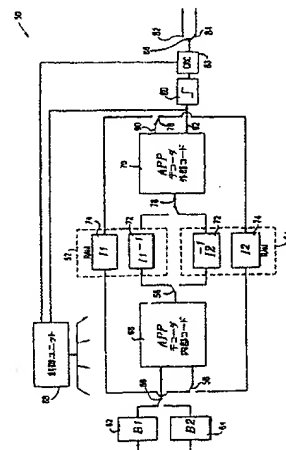
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 効率的なインターリーブ復号処理

## (57) 【要約】

【課題】 効率的なインターリーブ復号処理。

【解決手段】 下記工程を具備する、反復複合器において  
 パケットに実行する反復復号プロセスを終了する方法が  
 開示されている。復号反復の数が予め定めた最大反復数  
 に等しいか、否かを決定する；反復複合器の入力に結合  
 されたパケット記憶要素が、パケット記憶要素の記憶容  
 量のあらかじめ定めた割合内であるか、否かを決定す  
 る；復号反復の数が予め定められた最小反復数に等しい  
 か、否かを決定する；エラー検出方法が、少なくともも  
 一つの先行パケットに関して満足されていたか、否かを決  
 定する；(1) 復号反復の数が予め定めた最大反復数に等  
 しい場合、或いは(2) 該パケット記憶要素が該パケット  
 記憶要素の記憶容量の予め定められた割合のである場  
 合、或いは(3) 復号反復の数が予め定めた最小反復数に  
 等しく、及びエラー検出方法が少なくともも一つの先行パ  
 ケットに関して満足されていた場合、該パケットに対す  
 る反復復号処理を終了する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下記工程を具備する、反復複合器においてパケットに実行する反復復号プロセスを終了する方法：

復号反復の数が予め定めた最大反復数に等しいか、否かを決定する；

反復複合器の入力に結合されたパケット記憶要素が、パケット記憶要素の記憶容量のあらかじめ定めた割合内であるか、否かを決定する；

復号反復の数が予め定められた最小反復数に等しいか、否かを決定する；

エラー検出方法が、少なくとも一つの先行パケットに関して満足されていたか、否かを決定する；

(1)復号反復の数が予め定めた最大反復数に等しい場合、或いは(2)該パケット記憶要素が該パケット記憶要素の記憶容量の予め定められた割合のである場合、或いは(3)復号反復の数が予め定めた最小反復数に等しく、及びエラー検出方法が少なくとも一つの先行パケットに関して満足されていた場合、該パケットに対する反復復号処理を終了する。

【請求項2】 エラー検出方法が巡回冗長検査を備えている、請求項1の方法。

【請求項3】 少なくとも一つの先行パケットが二つの先行パケットを有する、請求項1の方法。

【請求項4】 巡回冗長検査ビットが、二つの先行パケットに関して同一である場合、エラー検出方法が満足される、請求項1の方法。

【請求項5】 巡回冗長検査が、先行の複合されたパケットに関して満足されている場合、及び先行の復号されたパケットが反復復号処理を受けているパケットと同一である場合、エラー検出方法は満足されている、請求項1の方法。

【請求項6】 先行の復号されたパケットが反復復号処理を受けているパケットと同一である場合、エラー検出方法は満足されている、請求項1の方法。

【請求項7】 下記を具備する反復複合器：

パケット上で反復復号処理を実行するための第1及び第2の復号手段；

該第1及び第2の復号手段に結合されたパケット記憶手段；

復号反復数が予め定めた最大反復数に等しいか、否かを決定する手段；

パケット記憶手段が、パケット記憶手段の記憶容量の予め定めた割合内であるか、否かを決定する手段；

復号反復の数が予め定めた最小反復数に等しいか否かを決定する手段；

エラー検出方法が少なくとも一つの先行パケットに関して満足されていたか否かを決定する手段；及び

(1)復号反復の数が予め定めた最小反復数に等しい場合、又は(2)パケット記憶手段がパケット記憶手段の記憶容量の予め定められた割合内である場合、又は(3)復号反復の数が予め定められた最小反復数に等しい場合、及びエラー検出方法が少なくとも一つの先行パケットに関して満足されている場合、該パケットに対する反復復号処理を終了する手段。

【請求項 8】 エラー検出方法が巡回冗長検査を備えている、請求項 7 の反復複合器。

【請求項 9】 少なくとも一つの先行パケットが二つの先行パケットを有する、請求項 7 の反復複合器。

【請求項 10】 巡回冗長検査ビットが二つの先行パケットに関して同一である場合、エラー検出方法は満足されている、請求項 7 の反復複合器。

【請求項 11】 巡回冗長検査が先行の複合されたパケットに関して満足している場合、及び先行の復号されたパケットが反復復号処理を受けているパケットと同一である場合、

エラー検出方法は満足されている、請求項 7 の反復復号器。

【請求項 12】 先行の復号されたパケットが反復復号処理を受けているパケットと同一である場合、エラー検出方法は満足されている、請求項 7 の反復複合器。

1 【請求項 13】 下記を具備する反復復号器：

第 1 及び第 2 の復号器；

第 1 及び第 2 の複合器に結合され、及び第 2 の複合器により復号されたパケット内でビットをインターリーブするため及び第 1 の複合器にインターリーブされたパケットを供するために配置されたインターリーバ；

第 1 及び第 2 の複合器に結合され、及び第 1 の複合器により複合されたパケ

ット内でビットをデインターリーブするために及びデインターリーブされた  
パケットを第2の複合器に供するために配置されたデインターリーバー；

第2の複合器に結合されたエラー検出モジュール；

第1の複合器に結合された入力パケットバッファ；

第1及び第2の複合器、インターリーバー、デインターリーバー、エラー  
検出モジュール、及び入力パケットバッファに結合された制御ユニット、該制御  
ユニットは、(1)復号反復数が予め定めた最小反復数に等しい場合、又は(2)エラ  
ー検出モジュールが二つの先行パケットに関して満足するエラー検出方法を形成  
する場合、又は(3)入力パケットバッファが入力パケットバッファの記憶容量の  
予め定めた割合内である場合、パケット上で実行されている反復復号を終了する  
ために配置されている。

【請求項14】 エラー検出モジュールは巡回冗長検査ユニットを備えてい  
る、請求項13の反復複合器。

【請求項15】 第1及び第2の複合器が最大一つの後の複合器を備える、  
請求項13の反復複合器。

【請求項16】 第1及び第2の複合器がターボ複合器を備える、請求項1  
3の反復複合器。

【請求項17】 第1の複合器が内部コードを復号するために配置され、第  
2複合器が外部コードを複合するために配置されている、請求項13の反復複合  
器。

【請求項18】 下記工程を具備する、反復複合器でパケット上で実行され  
ている反復復号処理を終了する方法：

復号反復数が予め定めた最大反復数に等しいか否かを決定する；

反復複合器の入力に結合されたパケット記憶要素が、パケット記憶要素の記  
憶容量の予め定めた割合内であるか否かを決定する；

復号反復数が予め定めた最小反復数に等しいか、より大きいかなんかを決定す  
る；

復号反復数が予め定めた最小反復数に等しいか、より大きいかなんかを決定する；

エラー検出方法が少なくとも一つの先行パケットに関して満足していたか否

かを決定する；

(1)復号反復数が予め定めた最大反復数に等しい場合、(2)復号反復数が予め定めた最小反復数に等しく、及びパケット記憶要素がパケット記憶要素の記憶容量

の予め定めた割合内である場合、又は(3)復号反復数が予め定めた最小反復数に等しいか、より大きく、及びエラー検出方法が少なくとも一つの先行パケットに関して満足されていた場合、該パケットに対する反復復号処理を終了する。

【請求項19】 エラー検出方法が巡回冗長検査を備える、請求項18の方法。

【請求項20】 少なくとも一つの先行パケットが二つの先行パケットを有する、請求項18の方法。

【請求項21】 巡回冗長検査ビットが二つの先行パケットに関して同一である場合、エラー検出方法が満たされている、請求項18の方法。

【請求項22】 巡回冗長検査が先行の複合されたパケットに関して満足している場合、及び先行の復号されたパケットが反復復号処理を受けているパケットに同一である場合、エラー検出方法が満たされている、請求項18の方法。

【請求項23】 先行の復号されたパケットが反復復号処理を受けているパケットに同一である場合、エラー検出方法が満たされている、請求項18の方法。

【請求項24】 下記を具備する反復複合器：

パケット上で反復復号処理を実行するための第1及び第2の復号手段；

第1及び第2の復号手段に結合されたパケット記憶手段；

復号反復数があらかじめ定めた最大反復数に等しいか否かを決定するための手段；

パケット記憶手段が、パケット記憶手段の記憶容量の予め定められた割合内であるか否かを決定するための手段；

復号反復数が予め定めた最小反復数に等しいか、或いはより大きいかなかを決定するための手段；

エラー検出方法が少なくとも一つの先行パケットに関して満足していたか否

かを決定するための手段；

(1)復号反復数が予め定めた反復数に等しい場合、又は(2)復号反復数が予め定めた最小反復数に等しいかより大きく、及びパケット記憶手段がパケット記憶手段の記憶容量の予め定めた割合内である場合、又は(3)復号反復数が予め定めた最小反復数に等しいかより大きく、及びエラー検出方法が少なくとも一つの先行パケットに関して満足していた場合、該パケットに対する反復復号処理を終了するための手段。

【請求項25】 エラー検出方法が巡回冗長検査を備える、請求項24の反復複合器。

【請求項26】 少なくとも一つの先行パケットが二つの先行パケットを有している、請求項24の反復複合器。

【請求項27】 巡回冗長検査ビットが二つの先行パケットに関して同一である場合、エラー検出方法が満たされている、請求項24の反復複合器。

【請求項28】 巡回冗長検査が先行の複合されたパケットに関して満足している場合、および先行の複合されたパケットが反復復号処理を受けているパケットに同一である場合、エラー検出方法は満たされている、請求項24の反復検出方法。

【請求項29】 先行の復号されたパケットが反復復号処理を受けているパケットに同一である場合、エラー検出方法は満たされている、請求項24の反復複合器。

【請求項30】 下記を具備する、多重成分復号化スキームに従って、符号化された信号パケットのシーケンスを反復復号するための装置：

複数の複合器、これら各々は、複数の複合器が実質的に同時に動作するように、一つの信号パケット上でそれぞれ異なる復号方法を実行する。

【請求項31】 複数の複合器は、異なる、各パケット上で同時に動作する、請求項30に従った装置。

【請求項32】 複数の複合器は、該装置が該シーケンスを復号する動作時間の少なくとも50%の期間、同時に動作する、請求項30に従った装置。

【請求項33】 複数の複合器は該装置の実質的な全動作時間の間に同時に

動作する、請求項32に従った装置。

【請求項34】 複数の複合器の各々が、反復の大部分において複数の複合器の他の一つにより処理されたパケットをその入力として受ける、請求項30に従う装置。

【請求項35】 複数の複合器が二つの複合器を備える、請求項30に従った装置。

【請求項36】 複合器が復号後にパケットを出力する複数のメモリユニットを備えている、請求項30に従う装置。

【請求項37】 パケットが復号後にインターリーブされる、或いはデインターリーブされる、請求項30に従う装置。

【請求項38】 複数の複合器の各々は、他の複合器の復号時間に一般的に等しい復号時間を要求する、請求項30に従う装置。

【請求項39】 多重成分符号化スキームが並行符号化スキームを備える、請求項30に従う装置。

【請求項40】 多重成分符号化スキームが連続する符号化スキームを備える、請求項30に従う装置。

【請求項41】 複数の複合器がAPP複合器を備える、請求項30に従う装置。

【請求項42】 下記を具備する、内部及び外部符号を含む多重成分符号化スキームに従って符号化された、データパケットのシーケンスを復号する方法：

第1の複合器中の第1のパケットを復号し、第1の復号された出力パケットを形成するために内部符号を復号する；

第2の複合器中の第1の復号された出力パケットを復号し、第1の複合器中の第2のパケットを実質的に同時に復号する間に外部符号を復号する。

【請求項43】 内部符号を復号することを繰り返すように、第二の複合器から第1の複合器に第一のパケットを出力することを備える、請求項42に従う方法。

【請求項44】 第1及び第2の複合器中の第1及び第2のパケットを交互

に繰り返し復号することを備える、請求項43に従う方法。

【請求項45】 第2の複合器で第1の出力パケットを復号する前に、第1の出力パケットをデインターリーブすることを備える、請求項42に従う方法。

【請求項46】 多重成分符号化スキームが連続する符号化スキームを備える、請求項42に従う方法。

【請求項47】 各ビットが確立値により表されるソフトデータの反復復号するためのシステムにおいて、下記を具備する、復号を終了するために複数の反復のいずれかの後に決定するための方法：

パケット中のビットの確立値を決定する；

確立値が予め定めた値以上である場合のみ、復号を終了することを決定する。

【請求項48】 確立値の決定は、パケット中のビットのハードデータ値の最小確立を決定することを備える、請求項47に従う方法。

【請求項49】 最小確立値の決定は、最小絶対ログ確立値を決定することを備える、請求項48に従う方法。

【請求項50】 パケット中のエラー検出領域が正しいことを確認すること  
を備え、及びここで、終了することの決定はエラー検出領域が正しい場合にのみ、終了ことの決定を有する、請求項48に従う方法。

【請求項51】 エラー検出領域が正しいことを確認することは、確立値が  
予め定めた値以上である時に実行される、請求項50に従う方法。

【請求項52】 確立値を決定することは、パケット上で実行される復号反  
復の予め定められた数の後でのみ実行される、請求項47に従う方法。

【請求項53】 確立値の決定は、パケット中のビットの復号されたコピー  
上で確立値を決定することを備える、請求項47に従う方法。

【請求項54】 確立値の決定は、パケット中のビットのコード化されたコ  
ピー上で確立値を決定する、請求項47に従う方法。

【請求項55】 下記を具備する、確立値を各ビットに関して含んでいるコ  
ード化されたパケットの反復復号のための装置：

パケットの反復反復を実行する複合器；



パケット中のビットの確立値に応じて複合器が付加的な反復を実行するべきか否かを決定する制御ユニット。

【請求項56】 制御ユニットが、パケットを検査することなく予め定めた反復数を複合器に実行させる、請求項55に従う装置。

【請求項57】 確立値が予め定めた条件を満たしている場合、パケット中のエラー検出領域に応じて、付加的な反復が複合器により実行されるべきか否かを制御ユニットが決定する、請求項55に従う装置。

【請求項58】 エラー検出領域が正しい場合、複合器による付加的な反復を制御ユニットが開始しない、請求項57に従う方法。

【請求項59】 複合器がAPP複合器を備える、請求項55に従う装置。

【請求項60】 制御ユニットはパケット中のビットのハードデータ値の最小確立を計算し、及び付加的な反復が最小確立に応じて実行されるべきか否かを決定する、請求項55に従う装置。

【請求項61】 制御ユニットが最小絶対ログ確立値を計算する、請求項60に従う装置。

【請求項62】 制御ユニットがパケットの復号されたコピーの確立値に基づいて最小確立値を計算する、請求項60に従う装置。

【請求項63】 正義よユニットがパケットの符号化されたコピーの確立値に基づいて最小確立を計算する、請求項31に従う装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は一般的にインターリーブ復号処理に関し、特に多重成分符号の高速インターリーブ復号処理に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

## 〔発明の背景〕

デジタル情報の発信は、送信した情報へエラー(errors)を導入する恐れのある干渉を引き起こす固有の傾向がある。送信した情報へエラーが入ったか否かを出るだけ確実に判定するために、種々のエラー検出方法が提案されている。例えば、情報をパケットとして発信し、各パケットにCRC（巡回冗長検査）領域を付加することが一般的である。この領域は、例えば長さが16ビットであり、パケットの情報のチェック総計を記録するものである。この情報を受け時、受信器は受けた情報上のチェック総計を算出し、この算出結果がCRC領域に記録のチェック総計と同一であるか否か検証する。

送信情報がオンラインで使用されていない場合、エラーが検出された時はエラー情報の再送信を要求できる。しかし、電話回線、セルラ電話、遠隔ビデオ方式等で情報がオンラインで発信された場合は、再送信の要求は不可能である。

畳み込み符号が導入され、たとえエラーが送信過程で発生しても、デジタル情報の受信器が受信情報を正確に判定できるようになっている。

畳み込み符号は、送信情報に冗長部分を導入し、送信情報をまとめパケット化する。得られたパケット内では、各ビットの値は先行連続するビットに依存する。従って、エラーが発生しても、受信器は受信情報内のビット列を後方検索して、元情報を推論できる。

送信チャンネルの作動効率をさらに改善するために、いくつかの符号化方法ではインターリーブ装置を用いる。インターリーブ装置はパケット内のビット順番を符号化処理中に入れ替える。よって、送信中に干渉により隣接するビットがいくつか破壊しても、干渉の影響が元のパケット全体に分散する。従って、復号処

理でより確実に干渉を克服できる。他の改善策として、多重成分符号(multiple-component)の使用がある。多重成分符号は、パケットを平行して、または連続して2回以上符号化したものである。例えば、その内容を引用により本明細書に組み込んだ米国特許第5,446,747号は、畳み込み符号化を少なくとも2回平行して行うエラー訂正方法を開示している。この平行符号化は「ターボ符号化(Turbo coding)」として知られている。

多重成分符号を最適に復号することは、しばしば複雑な作業であり、多大な時間を要する場合がある。かかる多大な時間はオンライン復号の場合、通常得られない。この問題を解決するために反復(iterative)復号技術がいくつか開発されている。受信ビットが0か1かを即時に決定するのではなく、受信器は各ビットに、ビットが1である確率とは無関係な多重レベル尺度で、ある値を割り当てる。通常用いる尺度の一つはLLR確率と称するものである。これは $\{-32, 31\}$ の範囲の整数により各ビットを表わす。値31は送信したビットが0である確率(probability)が相当高いことを示す。値-32は送信したビットが1である確率が相当高いことを示す。値0は中間確率を示す。

多重レベル尺度で表わす情報は「ソフト情報」と称され、反復復号は通常、ソフト・イン/ソフト・アウト形式である。すなわち、復号処理によりビット値の確率に対応する入力列を受け、符号の拘束事項を考慮して正しい確率を出力する。一般に、反復復号を行う復号器は、先行双方向通信で得た情報を使って受信器が読み取ったソフト情報を復号する。反復復号の一例が例えば、その内容を引用により本明細書に組み込んだ米国特許第5,563,897号に記載してある。

多重成分符号の反復復号中に、復号器はある符号の復号結果を使って、次の符号の復号処理を改善する。平行作動の符号器を、ターボ符号化などで用いる場合、対応する2台の復号器を平行に使うのが、目的を達成するのに便利である。

反復復号は、ソフト情報が送信した情報をほぼ表わしていると確認されるまで、複数回の双方向通信にわたって実施される。ほぼ値が1である旨を示す確率を有するビット(例えば、値が0と31との間のビット)には、二進値0が割り当てられ、他のビットには二進値1が割り当てられる。

一般に、反復処理は所定回繰り返す。アドレス「<http://lamarr>」

m p r g . e e . v t . e d u / d o c u m e n t s / t u r b o . p d f にて入手可能で、その内容を引用により本明細書に組み込んだ、マシュー C. バレンティ著「ターボ符号入門 (An Introduction to Turbo Codes)」によれば、反復処理繰り返しの所定回は約18回である。しかし、この論文で、反復処理を6回ほどの少ない回数行っても、多くの場合満足な結果を得られると述べてある。また、その内容を引用により本明細書に組み込んだ、ヨアキン・ハーゲナウアー、エルケ・オッファー、ルッツ・パプケ共著「二進ブロック符号の反復復号 (Interactive Decoding of Binary Block Codes)」, IEEE Trans. of Information Theory, 43巻、2号、429-445頁 (1996年3月) では、パケット毎の反復復号処理をいつ停止するかを決定するための交差エントロピー評価基準の使用が提案されている。よって、復号器の計算力は、反復処理を同回数行って全パケットを復号する場合よりも有効に利用できる。しかし、交差エントロピー評価基準は、それ自体が複雑であり、反復処理を様々な回数実施する場合の効率を大幅に下げてしまう。

普通用いる一つの多重成分符号化方法では、まずパケットを第1「外部」符号化する。その後、パケットをインターリーブ (interleave) 処理し、さらに第2「内部 (inner)」符号化する。復号処理中は、まず内部符号を復号し、復号結果をデインターリーブ (インターリーブ解除) 処理し、外部符号を復号する。この後、外部符号の復号結果は第2反復処理、すなわち内部符号を復号して結果を改善する処理において使用される。

上記復号処理は、ハードウェア復号器1台で行うのが普通である。ハードウェア復号器ならば内部符号 (inner codes) と外部符号 (outer codes) を交互に復号するからである。しかしながら、非常に高速な復号処理を要し、かつ内部符号と外部符号が大きく異なる場合は、計算上の負担が従来形式の復号器1台の能力を通常超える。従って、プロセッサを2個含む復号器を1台使うことが提案されている。一方のプロセッサを内部符号処理に、他方のプロセッサを外部符号処理に用いる。しかし、このようにすると、各プロセッサは他方のプロセッサが結果を出すまで待つので、復号器全体の処理時間の半分の期間、アイドル状態となってしまう。

まう。

【0003】

【課題を解決するための手段】

本発明の目的のひとつは、二つ以上の異なる畳み込み符号化処理で得た符号を高速反復復号する方法と装置とを提供することである。

本発明の目的の他のひとつは、畳み込み符号を効率良く反復復号する装置を提供することである。

本発明の目的の別のひとつは、信頼性のあるパケット復号を達成するには、反復処理を何回すべきかを決定する効率良い方法を提供することである。

本発明の実施例において、多重符号の平行あるいは連続符号化処理で各符号の復号に割り当てた時間を実質的に等しくする。プロセッサを2個含む1台の復号器が、連続するパケットを2個受けて、これらを同時に復号する。あるパケットが第1プロセッサで復号されている間に、第2プロセッサは他のパケットを復号する。プロセッサ双方が反復処理を1回終了すると、ふたつのパケットはプロセッサ間で交換され、次の反復処理が行われる。これにより、プロセッサ双方は実質的に常に使用状態にある。その結果、符号は同程度のハードウェア規模の従来処理の2倍速で復号可能である。両プロセッサが、いずれの入力パケットに対して同時に作動し、各々の作動時間が少なくとも50%であることが好ましい。

本発明の幾つかの実施例において、パケット2個が互いに独立して復号され、パケットの復号は独立して終了する。第1のパケットの復号が終了すると、第2のパケットの復号が終了したか否かに関係なく、新たなパケットが一方の復号器に入る。

本発明の幾つかの実施例において、多重符号処理は内部符号処理と外部符号処理とを含む。好ましくは、内部符号と外部符号両方の反復処理による復号時間がおおむね等しくなるように内部符号化処理と外部符号化処理とを選択する。この代わりに、又はこれに加えて、反復処理を終えた一方のプロセッサが、他方のプロセッサが処理を終えるのを待ち、パケットを両プロセッサ間で交換してもよい。また、内部符号化処理と外部符号化処理が互いに異なり、内部符号と外部符号とが同じプロセッサで簡単に復号できないことが好ましい。

本発明の別の観点によれば、反復処理を各パケットの復号処理のどの時点で実施すべきかを簡単な方法で判定する。処理終了の判定チェックは、実質的な各反復処理後に実施するのが好ましい。判定チェックには、パケット内のいずれのビットに関する最小絶対確率値(minimal absolute probability value)を決定することが含まれる。この最小絶対確率値が所定のしきい値を超え、ビット全てが値「1」または「0」に割り当てられていることを比較的高い確率で示す時は、反復処理を終了させる。

この代わりに、又はこれに加えて、各パケットにCRC領域を付加して送信する。各復号処理後に、反復処理により出力される情報から計算したCRC値がCRC領域に記録してある値と同等か否かを処理終了の判定チェックでチェックする。好ましくは、このチェック処理では、最小確率値が前記しきい値を超える場合にのみCRC領域をチェックする。CRC領域に記録の値が抽出した情報と同等であれば、反復処理を終了させる。

本発明のいくつかの実施例において、反復処理を最初に最小回数実施した後、前記チェック処理を初めて行う。これにより、復号した情報が不正確であっても見かけ上「正しい」結果を返すようなCRCチェックの確率を下げるようにする。好ましくは、反復処理の実施最小回数は4と8との間である。反復処理回数は、前記しきい値を超える最小確率値を殆どのパケットに与えないものを選択する。さらに、反復処理を、他の条件に無関係に、最大回数行った後に終了することが好ましい。この反復処理の最大回数が20と30の間であることが好ましい。

本発明のいくつかの他の実施例において、前記最小絶対確率値を、平均確率値や、中間確率値、または反復復号処理の進行を示す他のいかなる値に置き換えてもよい。例えば、パケットエラー率よりは、ビットエラー(BER)評価を最小にした方が望ましい場合には、最小絶対を2番目に小さい値、即ち一つか二つの例外を無視した後の最小値と取り替えるのが好ましい。

本発明の実施例の一つによれば、多重成分符号化処理により符号化された信号パケット列を反復復号する装置が提供される。この装置は複数の復号器を含む。各復号器は信号パケット一つに対し異なる復号方法を施す。これにより複数の復号器が実質的に同時に作動する復号装置を提供できる。

前記複数個の復号器は同時に作動し、それぞれ異なるパケットを処理するのが好ましい。

装置がパケット列を復号する作動時間の少なくとも50%の期間に前記複数個の復号器が同時に作動するのが好ましい。

さらに、前記複数個の復号器が、装置の動作時間全てにわたり同時に作動することが好ましい。

前記復号器の各々が、殆どの反復処理時に他の一つの復号器により処理されたパケットを入力として受け取ることが好ましい。

前記複数個の復号器は、二つの復号器であることが好ましい。

前記装置は複数個のメモリ部を含み、前記復号器がパケットを復号した後、これらメモリ部にパケットを出力することが好ましい。

前記パケットを復号した後に、インターリーブ処理又はデインターリーブ処理することが好ましい。

前記複数個の復号器は、各々他の復号器の復号時間とおおむね等しい復号時間を必要であることが好ましい。

前記多重成分符号化処理に、平行符号化処理が含まれることが好ましい。

または、前記多重成分符号化処理に、連続符号化処理が含まれることが好ましい。

前記複数個の復号器に、APP復号器が含まれることが好ましい。

本発明の他の一つの実施例によれば、多重成分符号化処理により符号化され、内部符号と外部符号とを含む信号パケット列を反復復号する方法であって、内部符号を復号して第1復号出力パケットを発生する第1復号器内で第1パケットを復号し、第2パケットを第1復号器が復号していると同時に第1復号出力パケットを第2復号器内で復号する方法を提供される。

前記方法は、第1パケットを第2復号器から第1復号器へ出力し、内部符号を繰り返し復号することを含むことが好ましい。

前記方法は、第1パケットと第2パケットを、第1復号器と第2復号器内で交互に繰り返し復号することが好ましい。

前記方法は、第1復号出力パケットを第2復号器内で復号する前に、同出力パ

ケットのデインターリーブ処理を含むことが好ましい。

前記多重成分符号化処理に連続符号化処理が含まれることが好ましい。

本発明の実施例の他の一つによれば、各ビットが確率値で示されるソフト情報パケットを反復復号するシステムにおいて、複数の反復処理のうち、どの処理の後に復号処理を停止すべきかを決定する方法が提供される。この方法は、パケット中のビットの確率値を決定すること、及び確率値が所定値を超える場合のみ符号化処理の停止を決定することを含む。

前記確率値の決定は、前記パケット中のビットのハード情報値の最小確率値の決定を含むことが好ましい。

前記最小確率値の決定は、最小絶対ログ確率値(minimal absolute log probability value)の決定を含むことが好ましい。

前記方法は、パケット中のエラー検出領域が正しいことを検証することと、前記停止の決定をエラー検出領域が正しい場合にのみ実行することを含むのが好ましい。

エラー検出領域が正しい旨の検証は、前記確率値が所定値を超えた時に実行されることが好ましい。

確率値の決定は、復号反復処理がパケットに対し所定回数実施されて初めて行われることが好ましい。

確率値の決定は、パケット内のビットの復号済みコピーの確率値を決定することを含まれるのが好ましい。

この代わりに、又はこれに加えて、確率値の決定は、パケット内のビットの符号化済みコピーの確率値を決定することを含まれるのが好ましい。

さらに、本発明の実施例の他の一つによれば、各ビットに対する確率値を含む符号化済みパケットをインターリーブ符号化する装置が提供される。この装置は、パケットを復号処理する復号器と、パケット内のビットの確率値に応答する復号器により付加的な反復処理を実行すべきか否かを判定する制御部とを含む。

前記制御部が、前記復号器にパケットをチェックすることなく反復処理を所定回数実行させることが好ましい。

前記確率値が所定条件を満たしている場合、パケット内のエラー検出領域に応



答する復号器により付加的反復処理を実施するべか否かを前記制御部が決定することが好ましい。

前記エラー検出領域が正しい場合、前記復号器により付加的反復処理を実行すべきか否かを前記制御部が決定することが好ましい。

前記復号器に、APP復号器が含まれることが好ましい。

前記制御部が、パケット内ビットのハード情報値の最小確率を算出し、この最小率に基づいて付加的反復処理を実施すべきか否かを決定することが好ましい。

さらに、前記制御部が、最小絶対ログ確率値を算出することが好ましい。

前記制御部が、パケットの復号済みあるいは符号化済みの確率値に基づいて前記最小絶対確率を算出することが好ましい。

本発明の一の観点によれば、反復処理復号器においてパケットに対し実施中の反復復号処理を終了する方法が効果的に提供される。この方法は、反復復号処理数が所定最大反復処理数に等しいか否かを決定する工程と、反復処理復号器に接続されたパケット記憶素子が、その格納量が格納容量の所定割合以内であるか否かを決定する工程と、反復復号処理数が所定最小反復処理数に等しいか否かを決定する工程と、少なくとも一つの先行パケットに関するエラー検出量が満足なものか否かを決定する工程と、反復復号処理数が所定最大反復処理数に等しい場合（１）、前記パケット格納素子の格納量が格納容量の所定割合内である場合（２）、又は反復復号処理数が所定最小反復処理数に等しい場合（３）であり、かつ少なくとも一つの先行パケットに関するエラー検出量が満足なものである場合には、前記反復復号処理を終了する工程とを具備する。

本発明の別の観点によれば、反復処理復号器が効果的に提供される。この反復処理復号器は、パケットに対し反復復号処理を実施する第１の手段、第２の手段と、第１の手段と第２の手段とに接続されたパケット記憶手段と、反復復号処理数が所定最大反復処理数に等しいか否かを決定する手段と、パケット記憶手段の記憶量が記憶容量の所定割合内であるか否かを判定する手段と、反復復号処理数が所定最小反復処理数に等しいか否かを判定する手段と、少なくとも一つの先行パケットに関するエラー検出量が満足なものか否かを判定する手段と、反復復号処理数が所定最大反復処理数に等しい場合（１）、前記パケット記憶要素の記憶

容量の所定割合内である場合（２）、又は反復復号処理数が所定最小反復処理数に等しい場合（３）であり、かつ少なくとも一つの先行パケットに対するエラー検出量が満足なものである場合には、前記反復復号処理を終了する手段とを具備する。

本発明の別の観点によれば、反復処理復号器が効果的に提供される。この反復処理復号器は、第１の手段、第２の復号器と、第１の手段と第２の手段とに接続され、第２の復号器により復号されたパケット内のビットをインターリーブし、インターリーブ処理済みのパケットを第１の復号器に供給するインターリーブ装置と、第２の復号器に接続されたエラー検出モジュールと、第１の復号器に接続された入力パケットバッファと、第１、第２の復号器と、インターリーブ装置と、エラー検出モジュールと、入力パケットバッファとに接続された制御部とを具備する。制御部は、反復復号処理数が所定最大反復処理数に等しい場合（１）、前記パケット記憶要素の記憶容量の所定割合内である場合（２）、又は反復復号処理数が所定最小反復処理数に等しい場合（３）であり、かつ少なくとも一つの先行パケットに対するエラー検出量が満足なものである場合には、反復復号処理を終了する手段とを具備する。

#### 【０００４】

本発明の別の側面によれば、反復型復号プロセスを終了させる方法が有利な形態で提供される。この方法は反復型複合器においてパケットに対して実行され、次のステップからなる。すなわち、復号反復の回数が所定の最大反復数と等しいかどうかを決定するステップと、反復型複合器の入力端子に連結されたパケット記憶要素がその記憶容量の所定割合内で満たされているかどうかを決定するステップと、復号反復の回数が所定の最小反復数以上であるかを決定するステップと、少なくとも先行の一つのパケットに対しエラー検出基準を満足したかどうかを決定するステップと、（１）復号反復の回数が所定の最大反復数と等しい場合、又は（２）復号反復の回数が所定の最小反復数以上でありかつパケット記憶要素がその記憶容量の所定割合内である場合、又は（３）復号反復の回数が所定の最小反復数以上でありかつ少なくとも先行の一つのパケットに対しエラー検出基準を満足した場合にパケットに対する反復型復号プロセスを終了させるステップ

とを有する。

【0005】

本発明の別の側面によれば、以下の構成要素を具備した反復型複合器が有利な形態で提供される。すなわち、パケットに対し反復型復号紙よりを行う第1、第2の復号手段と、これら第1、第2の復号手段に結合されたパケット記憶手段と、復号反復の回数が所定の最大反復数と等しいかどうかを決定する手段と、前記パケット記憶手段がその記憶容量の所定割合内であるかどうかを決定する手段と、復号反復の回数が所定の最小反復数以上であるかを決定する手段と、少なくとも先行の一つのパケットに対しエラー検出基準を満足したかどうかを決定する手段と、(1)復号反復の回数が所定の最大反復数と等しい場合、又は(2)復号反復の回数が所定の最小反復数以上でありかつパケット記憶手段がその記憶容量の所定割合内である場合、又は(3)復号反復の回数が所定の最小反復数以上でありかつ少なくとも先行の一つのパケットに対しエラー検出基準を満足した場合にパケットに対する反復型復号処理を終了する手段とを有する。

【0006】

本発明は、以下に示す好適な実施例の詳細な説明と図面を参照することで十分に理解されるであろう。図面において、

【発明の実施の形態】

第1図は、本発明の実施例による復号プロセッサ50を示すブロック図である。プロセッサ50は、アナログ信号を受信するディジタル受信機の一部であることが望ましい。受信した信号は2値化して、周知のように、対数目盛りで確率値を示す{-31、31}の範囲の目盛りに変換しておくことが望ましい。目盛りは別の範囲の目盛りであってもよく、対数目盛りである必要もない。復号プロセッサ50は、周知のように、2値化信号を復調器もしくは図示しないチャンネル・デインターリーブ装置(channel de-interleaver)から受信するのが望ましい。受信したディジタル信号は送信前に多重符号方式より暗号化するが、その際、外部符号方式、インターリーブ、内部符号方式を連続して含むことが望ましい。この方法に代えてもしくはそれに加えて、多重符号方式がターボ符号方式や適当な反復方式を含んでもいい。

## 【0007】

プロセッサ50に入力される2値化信号は、並列に接続された2つのバッファ62、64内に蓄積される。バッファ62は最初のデータパケットを受信し、バッファ64は次のパケットを受信する。内部符号を復号する内部複合器68が、スイッチ66を介しバッファ62とバッファ64とに交互に接続される。複合器68は、最大経験的複合器MAP(Maximum A Posteriori)とも称される、経験的確率複合器APP(A Posteriori Probability)であることが望ましい。このような複合器は公知であり、例えば、Steven S. Pietrobonによる「ターボ/マップ複合器の実行と動作」、衛星通信インターナショナルジャーナル第16巻、1998年、23-46ページに記載されている。この記載は、米国出願第09/186,753号(出願日:1998年11月5日出願;タイトル「Efficient Trellis State Metric Normalization」)の場合と同様、本出願に組み込まれるものとする。この米国出願は、譲受人が本願と同じであり、この米国出願も本願に組み込まれるものとする。複合器68は、SOVA複合器を含む他の公知の複合器を具備するように構成してもよい。

## 【0008】

2つのデュアルポートメモリ、望ましくはRAM52、54がスイッチ58、58を介して交互に内部複合器68に接続される。好ましい形態は、スイッチ56が複合器68からの復号出力をRAM52、54の一方に供給し、スイッチ58がそのRAMから複合器への入力を供給する。好ましい形態としては、複合器68からの出力は、RAM52あるいは54に入力されたときもしくは出力されたときに、デインターリーブ装置(de-interleaver)72によりインターリーブ状態を解除する。同様に、スイッチ58を介しての複合器68への入力はRAM52、54と関連付けられたインターリーブ装置(interleavers)74によりインターリーブ状態にしておくのが好ましい。

## 【0009】

外部APP(又はMAP)複合器70がスイッチ76を介して交互にRAM52、54に接続される。この複合器は外部コードを復号するため、復号対象の符号は複合器68と異なるがこの複合器と同様の構成を持つことが望ましい。好ま

しい形態としては、複合器70は2つの出力線を有している。すなわち、暗号化された信号に関わる確率情報を出力し更なる処理を可能にする第1の出力線90と、復号されたデータ信号に関わる確率情報を出力する第2の出力線92である。スイッチ78が出力線90に接続されている。このスイッチにより、複合器70からの出力をRAM52、54のインターリーブ装置74に交互に供給することが望ましい。プロセッサ50内で十分な回数だけ反復した後、出力線92上の複合器70からの出力は、ソフトデータをハードデータに変換する決定ユニット80に伝えられることが望ましい。好ましい形態としては、ハードデータはCRC検査ユニット83に伝えられ、このユニットにより復号パケットのCRCが検査決定される。

#### 【0010】

好ましい形態としては、複合器68は復号したデータを外部情報(extrinsic information)として出力する。すなわち、スイッチ58からの入力データのLLR確率と計算処理を施し信頼性を向上させたLLR確率との差として出力する。この出力方法は公知であり、例えば、上記したHagenauer et al.による刊行物に記載されている。一方、上記したように、複合器70は2つの出力線90、92を有するのが望ましく、これらの出力線の1つ(線92が望ましい)により外部情報(extrinsic information)は複合器68へフィードバックされ、もう1つの出力線(線90が望ましい)によりアプリアリ(a priori)確率情報、すなわち計算処理を施したLLR確率が決定ユニット80に供給される。

#### 【0011】

復号されたハードデータは、望ましくは、復号ユニット50からスイッチ86を介して出力され、2つの分離線82、84上に送出される。分離線のどちらに送出されるかは、元のパケットがバッファ62、64のどちらに保存されていたかに依存する。複合器68、70の動作、スイッチの状態、及びプロセッサの他の動作は制御器88により制御するのが好ましい。

#### 【0012】

動作時、2つの連続したデータパケットはそれぞれバッファ62、64に入力される。スイッチ66、56は上の位置(図1を参照)に設定しており、複合器

68は第1サイクルの動作を行いバッファ62内のパケットに対し最初の内部復号反復を行う。この最初の内部復号反復において、複合器68はバッファ62より入力パケットを受け取り、RAM52内に出力パケットを発生する。この出力パケットは、望ましくは、RAM52内においてデインターリーブ装置(de-interleaver)72によりインターリーブ状態を解除し、パケットが複合器70に入力されうるようにしておく。スイッチ58の状態は復号器68の動作に影響を与えるものではなく重要でない。切り離れた状態にしておかれる。

【0013】

その後、スイッチ56、66を下の位置にし、スイッチ76、78を上の方の位置にする。この時点で、制御器88は両複合器68、70の動作を開始する。複合器68はバッファ64内のパケットに対し最初の内部復号反復を行い、RAM54内に出力パケットを生成する。この出力パケットは、RAM54へ供給される過程でデインターリーブ装置(de-interleaver)72によりインターリーブ状態を解除し、プロセッサの次のサイクルで複合器70の供給できるようにしておくことが望ましい。この方法に代えてもしくはそれに加えて、デインターリーブ装置(de-interleaver)72はRAM54から出力されるパケットのインターリーブ状態を解除する。同時に、複合器70はRAM52内部のパケットに対し最初の外部復号反復を行う。複合器72はRAM52内部のインターリーブ状態を解除されたパケットに基づき動作し、RAM52内に出力パケットを生成する。この出力パケットは、RAM52に関連付けられたインターリーブ装置(interleaver)74によりインターリーブされ複合器68で再度用いることができるようにする。

【0014】

第3の動作サイクルでは、第1のサイクルと同様、スイッチ56、58、66を上の方の位置にし、スイッチ76、78を下の方の位置にする。複合器68はバッファ62とRAM52からの入力を受信し、バッファ62内のパケットに対し2回目の内部復号反復を行う。出力パケットは、1回目の内部復号反復の時と同様、RAM52へ受け渡される。同時に、複合器70はバッファ64から読み出されたパケットに対し1回目の外部復号反復を行う。出力はRAM54にもどされ、ユ

ニット74によりインターリーブされ複合器68で用いることができるようにする。その後、スイッチ56、58、66、76、78の状態を変え、複合器68はバッファ64内のパケットに対し動作し複合器70はバッファ62から読み出されたパケットに対して動作する。このように、複合器68、70はバッファ62、64内のパケットに対して交換可能状態で復号反復を行う。複合器68と複合器70は同時に動作する。従って、プロセッサとしてのハードウェアの使用量は同じであるが、復号スピードは2倍になる。

【0015】

制御器88は、パケットの復号をいつ終了するかを決定する。この決定にあたっては、下記に示す方法に基づくのが望ましい。複合器70からの出力はスイッチ78を介し決定ユニット80に送られ、このユニットによりパケット中のソフトデータの符号からハードデータ("0"と"1")を導出する。導出の方法は、上記した方法や当該技術で通常行われている方法と同様である。ハードデータはCRC検査ユニット83に受け渡され、このユニットによりCRCが決定されハードデータは制御器88に供給される。CRCと他の情報に基づいて、制御器88は以下に記載する更なる復号反復を実行するかを決定する。

【0016】

選択的には、或いは付加的には、所定回数の復号反復工程(decoding iteration)の後、各パケットの復号は終了する。スイッチ86は、パケットが2本のライン82及び84のいずれか一方に出力されるべく、動作される。好ましくは、スイッチ78は切られる。復号器70の出力は決定ユニット80に入力され、さらにライン82又は84に出力される。ほぼ同時に、新たなデータパケットがバッファ62又は64に入力される。これらのバッファには、復号されたばかりのパケットが、すでに記憶されている。復号過程は更に続行される。好ましくは、新たなパケットは連続的に各バッファ62、64に入力され、互いに独立的に復号器68により処理される。選択的には、新たなパケットはバッファ62、64の各々に交互に、しかも密に連続して、入力される。そして2個の新たなパケットが、密に連続するサイクルで、復号処理に入る。

【0017】

図2は本発明の一実施例による反復復号方法を示すフローチャートである。この反復復号方法は制御ユニット88のもとで復号器70により行われる。好ましくは、新たなパケットがプロセッサ50に入る毎に、すでになされた復号反復工程回数のカウンタはゼロに設定される。パケットの外部復号反復工程 (outer decoding iteration) が行われる毎に、カウンタは増加される。カウンタが所定の最低反復工程回数 (TR) に達するまで、パケットは自動的に、更なる復号反復工程のために、復号器70から復号器68に戻される。好ましくは、上記所定回数 (TR) は、出力に適した十分な復号性を達成するような、最低反復工程回数に設定される。更に好ましくは、上記所定回数 (TR) は4と8の間である。

【0018】

所定回数の初期反復工程が行われた後、復号器70及び／又は制御ユニット88は、パケット中のビットのLLR確率値 (LLR probability value) の最低絶対値、 $\min(|L|)$ 、を決定する。上記最低絶対値は、パケット中のすべてのビットにおける、ゼロに最も近いLLR確率値である。(先に述べたように、ビット確率は、ログ領域 (log domain) において、-32から31のスケールで測定されるものであり、そのスケールの極値は一またはゼロの高確率に各々対応する。) 最低LLR確率は、LLR確率が正しいハードビット値を表しているという確実性 (confidence) のレベルを表現するものである。故に、もし最低LLR確率値が所定の絶対的確率しきい値を越えていなければ、復号処理は続行される。しかし、もし最低LLR確率値が上記所定しきい値を越えていれば、パケットのCRCが、好ましくは、確認 (verify) される。もしCRCが正しければ、パケットの復号は終了される。

【0019】

好ましくは、最低絶対値は出力ライン90上の復号データLLR確率から計算される。選択的には、或いは付加的には、最低絶対値は符号化データLLRアプリアオリ (a priori) 確率から計算され、その確率は、先に述べたように、又当該技術分野において公知の如く、ライン92上のエクストリンシク (extrinsic) 情報に対応する。

【0020】



選択的には、復号器70は最低確率値又はCRCコードを検査するものであり、それら両者を検査するものではない。更に選択的には、確率値を極値に収斂する進捗を表すいかなる基準も、上記最低値に代わって用いられる。例えば、ビットの確率値の平均値又は中間値が異なるしきい値と比較される。しかしながら、注意すべきことは、最低値の使用は簡単であり、一般的に計算時間も少なくてすむということである。本発明の実施例においては、最初に最低値を計算し次にしきい値と比較する代わりに、各確率が順に最低値と比較される。もししきい値よりも低い確率をもつビットが見つければ、検査は終了され、次の反復工程が実行される。

【0021】

更に選択的には、あるいは付加的には、最低確率は外れ値(outliers)を無視すべく調整される。好ましくは、最低値より低い所定数の確率値が無視される。

【0022】

更に選択的には、あるいは付加的には、最低又は平均確率はバケット中のビットのサブセットに基づき、好ましくは、ランダムサブセットに基づき、計算される。

【0023】

注意すべきは、反復復号をいつ終了すべきかを決定する上記方法は、復号プロセッサ50のみの使用に限定されないということである。上記方法は、いかなる反復復号器においても適用可能であり、そのような反復復号器にはターボ符号復号器やターボ型復号器が含まれる。

【0024】

更に注意すべきは、上記説明はログ領域におけるLLR確率を用いた復号方法に関するものであるが、本発明の方法は、他の確率の表現(representations)を用いても適用可能である。特に、本発明の方法は、確率を標準範囲、即ち0と1の間において表現する、DSP浮動小数点演算復号器(DSP floating-point-arithmetic decoder)のような復号器を用いても適用可能である。そのような復号器においては、最低確率の選択方法は、最低値が確率によって表現されるハードデータ決定(0又は1)との関連で選択されるように調整される。

## 【0025】

本発明の他の実施例においては、反復復号システム100は、図3に示すように、フレームバッファ102、内部復号器(inner decoder)104、インターリーブ装置106、デーインターリーブ装置108、外部復号器(outer decoder)110、決定ユニット112、CRCチェックユニット114、及び制御ユニット116を含む。インターリーブ装置106とデーインターリーブ装置108は、好ましくは、RAMメモリで実現される。システム100は、好ましくは、アナログ信号を受けるデジタル受信器の一部である。受信信号はデジタル化され、好ましくは、当該技術分野において知られているように、確率値をログスケールで表現する、 $\{-32, 31\}$ の範囲のスケールに変換される。選択的には、そのスケールはいかなる範囲でもよいし、かつ／又は非ログスケールでもよい。

## 【0026】

好ましくは、反復復号システム100は、当該技術分野において知られているように、復調器又はチャンネル・デーインターリーブ装置(図示せず)からデジタル信号を受信する。受信デジタル信号は符号化されており、それから多重符号スキームに従って送信される。該多重符号スキームは、好ましくは、順に外部符号化スキーム、インターリーブ、内部符号化スキームを含む。選択的には、或いは付加的には、該多重符号スキームはターボ符号スキーム又はいかなる他の適切な反復スキームを含む。

## 【0027】

システム100に入力されるデジタルデータは、データをパケットで受けるフレームバッファ102に蓄積される。フレームバッファ102は、好ましくは、FIFOで実現される。フレームバッファ102は、参照符号FAST\_\_DECODEで示され下記で説明される、ハードウェア制御信号を制御ユニット116へ供給すべく構成される。内部コードを復号する内部復号器104はフレームバッファ102に接続される。復号器104は、好ましくは、公知のAPP復号器(又はMAP復号器)である。更に選択的には、内部復号器104は、SOVA復号器等の他の公知の復号器から成るものでもよい。

## 【0028】

内部復号器104はデーインターリーブ装置108に接続される。復号データ信号は内部復号器104から出力され、デーインターリーブ装置108によりデーインターリーブされる。デーインターリーブ装置108は外部復号器110に接続される。

## 【0029】

外部APP(MAP)復号器110は、好ましくは、構造的に内部復号器104に類似するものであるが、前者は異なる符号(即ち外部符号)の復号に向けられている。この外部APP(MAP)復号器110はインターリーブ装置106に接続されている。インターリーブ装置106は、好ましくは、擬似ランダムインターリーブ装置あるが、選択的には、ブロックインターリーブ装置又は巻き込み型(convolutional)インターリーブ装置でもよい。好ましくは、外部復号器110は2本の出力ラインを含む。即ち、第一の出力ラインはインターリーブ装置106に接続され、更なる処理のためのコード信号についての確率情報を提供する。第二の出力ラインは決定ユニット112に接続され、復号されたデータ信号についての確率情報を提供する。所望回数の反復工程が復号システム100において実行された後、第二の出力ライン上の外部復号器110からの出力が、好ましくは、ソフトデータをハードデータに変換する決定ユニット112に入力される。好ましくは、ハードデータはCRCチェックユニット114に送られ、そこで復号パケットのCRCが測定されチェックされる。

## 【0030】

好ましくは、内部復号器104は復号データをエクストリンシック情報として出力する。エクストリンシック情報は、公知のように、入力のあるLLR確率と算出された改善LLR確率との差を表し、例えば、ハーゲンナウアー他による上記刊行物に定義されているものである。他方において、外部復号器110は、好ましくは、上記二本の出力ラインを持ち、その一方はエクストリンシック情報を内部復号器へのフィードバックとして伝達し、又他方はアプリアリ確率情報、即ち算出されたLLR確率を決定ユニット112に伝達するものである。

## 【0031】

復号ハードデータは、好ましくは、復号システム100から制御ユニット116の制御のもとで出力される。制御ユニット116は、又、反復復号システム100の他の動作を制御する。制御ユニット100は、好ましくは、マイクロプロセッサである。選択的には、制御ユニット116はいかなる従来のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、あるいはステートマシーン(state machine)によっても実現される。

#### 【0032】

二つの復号器104, 110が一つの packets を復号すると、復号システム100は一回の反復工程を完了する。制御ユニット116は、いつ packets の復号を終了すべきかを、好ましくは、以下に述べる方法ステップに従って決定する。外部復号器110からの出力は決定ユニット112に与えられる。決定ユニット112は、上記の如く又公知のように、packet 中のソフトデータの符号(sign)からハードデータ(0又は1)を抽出する。ハードデータはCRCチェックユニット114に送られ、そこで公知の方法によりCRCを決定し該CRCを制御ユニット116に供給する。CRCと他の情報に基づき、制御ユニット116は、更に以下に述べる如く、次の復号反復工程を実行すべきか決定する。

#### 【0033】

選択的には、或いは付加的には、所定回数の復号反復工程が実行された後、各 packets の復号が終了する。内部復号器110からの出力は決定ユニット112に送られ、そこから復号システム100の外部へ出力される。ほぼ同時に、新たなデータ packets がフレームバッファ102（ここには復号されたばかりの packets がすでに記憶されている）に入力され、復号処理が続行される。

#### 【0034】

一実施例に従い、反復復号システム100は、制御ユニット116の制御のもとで、図4のフローチャートに示すアルゴリズム工程を実行し、データ packets の反復的復号プロセスを停止する。ステップ200において、新たな packets がシステムに入る毎に、すでになされた復号反復工程回数のカウンタ（図示せず）はゼロに設定される。現在の反復工程番号は、ITER\_\_NUMで示される。システムはステップ202に移行し、復号反復工程を開始する。システムはステッ

プ204に移行し、現在の反復工程番号ITER\_NUMを増加する。パケットの外部復号反復工程が行われる毎に、カウンタは増加される。カウンタが所定の最低反復工程数MIN\_ITER\_NUMに達するまで、パケットは自動的に外部復号器から内部復号器に戻され、更なる復号反復工程が行われる。好ましくは、所定の最低反復工程数MIN\_ITER\_NUMは、出力に適した十分な復号性を達成するような、最低反復工程回数に設定される。更に好ましくは、上記所定最低反復工程数MIN\_ITER\_NUMは4と8の間である。一実施例においては、所定最低反復工程数MIN\_ITER\_NUMは4ビットフレームパラメータである。現在の反復工程番号ITER\_NUMが増加された後、システムはステップ206に移行する。

【0035】

ステップ206において、システムは、現在の反復数(iteration number)、ITER\_NUMが所定の反復最大数、MAX\_ITER\_NUMに等しいかどうかを決定する。有利には、所定の反復最大数、MAX\_ITER\_NUM、は12と16の間である。一つの実施例において、所定の反復最大数、MAX\_ITER\_NUMは、4-ビットフレームパラメータである。現在の反復数、ITER\_NUMが、所定の反復最大数、MAX\_ITER\_NUMに等しい場合、システムはステップ208に進む。ステップ208において、システムはデータパケット上で復号反復(decoding iterations)する行為を停止する。一方、現在の反復数、ITER\_NUMが所定の反復最大数、MAX\_ITER\_NUMに等しく無い場合、システムはステップ210に進む。

【0036】

ステップ210において、システムは、現在の反復数、ITER\_NUMが所定の反復最小数、MIN\_ITER\_NUMに等しいか、より大きいかを決定する。現在の反復数、ITER\_NUMが所定の反復最小数、MIN\_ITER\_NUMに等しいか、より大きい場合、システムはステップ212に進む。一方、現在の反復数、ITER\_NUMが所定の最小反復数、MIN\_ITER\_NUMに等しくないか、より大きくない場合、システムはステップ202に戻り、他の反復復号を実行する。

## 【0037】

工程212において、システムは、条件フラッグを示すCRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKが1にひとしいか否か（すなわち、フラッグが設定されているか否か）を決定する。有利には制御ユニットの復号モードレジスター（図示せず）中のフラッグである、条件フラッグCRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグは、制御ユニットにより記入されることが有利である。一つの実施例において、1の値を有するCRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグは、先行の2つの反復が良い巡回冗長検査（CRC）の結果になったことを示している。CRCは関連技術において良く知られているエラー検出方法である。他の実施例において、1の値を有するCRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグは、前2つの反復に関するCRCビットが同一であったことを示している。他の実施例において、1の値を有するCRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKは、先行の2つの反復に関するCRCビットが同一であり、先行の二つの反復が良いCRCの結果になったことを示している。他の実施例において、1の値を有するCRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグは、先行の反復に関するCRCビットが良かったこと、及び全パケットが先行の反復で復号されたパケットに同一であることを示している。他の実施例において、CONVERGE\_\_DETECTEDフラッグが、CRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグの場所で使用されることができる。1の値を有するCONVERGE\_\_DETECTEDフラッグは、全パケットが先行の反復で復号されたパケットに同一であることを示す。これは、例えば、復号が誤った解に集束した時に有利であり、復号する試みを継続する必要がない（すなわち、このモードにはCRCは無い）。他の実施例において、1の値を有するCRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグは、他の既知のエラー検出方法が先行の2つのデータパケットに関して満足された(satisfied)かどうかを示している。

## 【0038】

ステップ212において、CRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグが1に等しい場合、システムはステップ208に進み、データパケットに関する反復処理を終了する。一方、CRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグが1に等

しくない場合(すなわち、フラッグがゼロに等しい、或いはクリアされている)、システムはステップ214に進む。

【0039】

ステップ214において、システムは、ハードウェア制御信号を示すFAST DECODEが1に等しいか否かを決定する。FAST DECODEハードウェア制御信号は有利にはマルチユーザー復号システムで使用されることができ、そこでの信号は復調器(図示せず)により送られ、復号システムをスピードアップする。FAST DECODEハードウェア制御信号は、有利には外部FIFOにより形成され、復号システムに最小反復数、MIN\_\_ITER\_\_NUMが実行された後、できるだけ早くパケットを復号することを終了することを伝える。代わって、FAST\_\_DECODEハードウェア制御信号は、入力フレームバッファのFIFOにより復号システムへドライブされることができ、閾値は、FIFOが閾値以下のレベルにパケットで満たされる場合、復号システムが最大反復数、MAX\_\_ITER\_\_NUMを稼動(run)できるように、FIFOに設定される。FIFOがいっぱい(full)に近い場合(すなわち、閾値に到達或いは越える場合)、復号システムは最小反復数、MIN\_\_ITER\_\_NUMだけ稼動する。このように、FIFOが、FIFOの記憶能力の予め定めた割合内である場合、FAST\_\_DECODEハードウェア制御信号が稼動される。閾値レベルは、このように有利的にはFIFOに設定され、該事象(event)でFAST\_\_DECODEハードウェア制御信号を駆動し、復号システムは、それが入力フレームバッファで待機している全てのパケットを取り扱うことができないことを理解する。

【0040】

ステップ214において、FAST\_\_DECODEハードウェア制御信号が1に等しい場合、システムはステップ208に進み、データパケットのための反復処理を停止する。一方、FAST\_\_DECODEハードウェア制御信号が1に等しくない場合(すなわち、それがゼロに一位場合)、システムはステップ202に戻り、他の復号反復を実行する。

【0041】

当業者には、図4の方法ステップが、例えば、ターボ(Turbo)複合器、或いはターボ型複合器を含むいずれかの反復複合器(iterative decoder)により実行され得ることが理解される。ターボ復号原理はイコライザーと複合機の間、或いは復調器と複合器の間での反復のために使用されることができる。それ故に、当業者には、図4の方法ステップがターボイコライザー(含む、複合器)で実行され得ることが、また理解される。

#### 【0042】

他の実施例に従って、図3の反復復号システム100は、制御ユニット116の監視の下で、図5のフローチャートに示されたアルゴリズム・ステップを実行し、データパケットを反復して復号する処理を停止する。ステップ300において、実行される復号反復の数のカウンタ(図示せず)システムに入る各新しいパケットに関してゼロに設定される。現在の反復数は、ITER\_\_NUMと表示される。それから、システムはステップ302に進み、復号反復を開始する。それから、システムはステップ304に進み、現在の反復数も、ITER\_\_NUMを増加する。パケットの各外部(each outer)復号反復に関して、カウンタは増加される。

カウンタが予め定められた最小反復数、MIN\_\_ITER\_\_NUMに達するまで、パケットは外部複合器から他の反復復号のための内部複合器に自動的にバックされる(passed back)。有利的には、予め定められた最小反復数、MIN\_\_ITER\_\_NUMは、出力に関して適した十分の復号品質を達成し得る最小反復数に設定される。さらに有利的には、予め定められた最小反復数、MIN\_\_ITER\_\_NUMは、4と8の間である。一つの実施例において、あらかじめ定められた最小反復数、MIN\_\_ITER\_\_NUMは4ビットフレーム・パラメータである。現在の反復数、ITER\_\_NUMを増加した後、システムはステップ306に進む。

#### 【0043】

ステップ306で、システムは、現在の反復数、ITER\_\_NUMが予め定められた最大反復数、MAX\_\_ITER\_\_NUMに等しいか否かを決定する。有利的には、予め定めた最大反復数、MAX\_\_ITER\_\_NUMは、12と16の間



である。一つの実施例において、予め定めた最大反復数、MAX\_\_ITER\_\_NUMは、4ビットフレームパラメータである。現在の反復数、ITER\_\_NUMが予め定めた最大反復数、MAX\_\_ITER\_\_NUMに等しい場合、システムはステップ308に進む。ステップ308で、システムはデータパケット上で反復復号を実行することを停止する。一方、現在の反復数、ITER\_\_NUMが予め定めた最大反復数、MAX\_\_ITER\_\_NUMに等しくない場合、システムはステップ310に進む。

【0044】

ステップ310において、システムはCRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKと示された条件フラッグが1に等しいか否か（すなわち、フラッグが設定されているか否か）を決定する。有利には制御ユニットの復号モードレジスター（図示せず）中のフラッグである条件フラッグCRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKは、有利には制御ユニットにより記入される。一つの実施例において、1の値を有するCRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグは、先行の2つの反復が良いCRCの結果であったことを示している。他の実施例において、1の値を有するCRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグは、先行の2つの反復に関するCRCビットが同一であったことを示す。他の実施例において、1の値を有するCRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグは、先行の2つの反復に関するCRCビットが同一であり、先行の二つの反復が良いCRCの結果であったことを示す。他の実施例において、1の値を有するCRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグは、先行の反復に関するCRCビットが良く、全パケットが先行の反復で復号されたパケットに同一であることを示す。他の実施例において、CONVERGE\_\_DETECTEDフラッグは、CRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグの場所で使用されることができる。1の値を有するCONVERGE\_\_DETECTEDフラッグは、全パケットが先行の反復で復号されたパケットに同一であることを示す。これは、例えば、複合器が誤った解に収束した時に有利であり、そして、復号する試みを継続する必要がある（例、このモードでCRCが無い）。他の実施例においては、1の値を有するCRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグは、既知のエラー検出方法が先行の二つのデータパケットを満たし

ているか否かを示している。

【0045】

ステップ310において、CRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグが1に等しい場合、ステップはステップ308に進み、データパケットに関する反復処理を終了する。一方、CRC\_\_CHECK\_\_MODE\_\_OKフラッグが1に等しくない場合(すなわち、フラッグがゼロに等しいか、クリアされている)、システムはステップ312に進む。

【0046】

ステップ312において、システムは、現在の反復数、ITER\_\_NUMが予め定めた最小反復数、MIN\_\_ITER\_\_NUMに等しいか否かを決定する。現在の反復数、ITER\_\_NUMが予め定めた最小反復数、MIN\_\_ITER\_\_NUMに等しい場合、システムはステップ314に進む。一方、現在の反復数、ITER\_\_NUMが予め定めた最小反復数、MIN\_\_ITER\_\_NUMに等しくない場合、システムはステップ302に戻り、他の反復復号を実行する。

【0047】

ステップ314において、システムは、FAST\_\_DECODEで示されるハードウェア制御信号が1に等しいか否かを決定する。FAST\_\_DECODEハードウェア制御信号が有利にはマルチユーザー(multi-user)復号システムで使用され得る。そこでの信号は変調器(図示せず)により送られ、復号システムをスピードアップする。FAST\_\_DECODEハードウェア制御信号は、有利には外部FIFOにより形成され、最小反復数MIN\_\_ITER\_\_NUMが実行された後できるだけ早くパケットを復号することを終了することを復号システムに伝える。替わって、FAST\_\_DECODEハードウェア制御信号は、復号システムへ入力フレームバッファのFIFOにより駆動されることが出来る。閾値は、FIFOが閾値以下にあるレベルにパケットで満たされる場合、復号システムが最大反復数、MAX\_\_ITER\_\_NUMを続けることができるように、FIFOに設定される。FIFOがいっぱいに(full)に近い場合(即ち、閾値が到達或いは越える場合)、復号システムはただ最小反復数、MIN\_\_ITER\_\_NUMを続ける(run)。このように、FIFOが、FIFOの記憶能力の予め定めた割合

内で満たされる場合、FAST\_\_DECODEハードウェア制御信号は駆動される。閾値レベルはこのように有利にはFIFOに設定され、該事象中のFAST\_\_DECODEハードウェア制御信号を駆動し、復号システムは、それが入力フレームバッファで待機する全てのパケットを取り扱えないことを理解する。

【0048】

ステップ314において、FAST\_\_DECODEハードウェア制御信号が1に等しい場合、システムはステップ308に進み、データパケットに関する反復処理を停止する。一方、FAST\_\_DECODEハードウェア制御信号が1に等しくない場合(すなわち、ゼロに等しい)、システムはステップ302に戻り、他の反復復号を実行する。

【0049】

当業者には、図5の方法ステップが、例えば、ターボ複合器或いはターボ型複合器を含むいずれかの反復器により実行され得ることが理解される。ターボ複合器の原理はイコライザーと複合器の間も、或いは復調器と復号器との間での反復のために使用され得ることは良く知られている。このように、当業者には、図5の方法工程はターボ・イコライゼーション(複合器を含む)で実行され得ることが理解される。

【0050】

このように、新規で、効果的な、反復複合器が開示された。当業者は、ここに開示された実施例と関連して開示され、種々説明された論理ブロックとアルゴリズムステップは、デジタル信号プロセッサ(DSP)、応用用途集積回路(ASIC)、ディスクリート・ゲート或いはトランジスタ論理、ディスクリートハードウェア要素、例えばレジスターとFIFO、1組のファームウェア構造を実行するプロセッサ、或いはいずれかの従前のプログラム可能なソフトウェアモジュールとプロセッサとともに実行され得る。プロセッサは、有利にはマイクロプロセッサであり得るが、替わって、プロセッサはいずれかの従前のプロセッサ、コントローラー、マイクロコントローラー、或いはステートマシン(state machine)であり得る。ソフトウェアモジュールは、RAMメモリ、フラッシュメモリー、レジスター、或いはいずれの他の形態の記入可能な既知の記

憶媒体中に存在することができる。当業者は、さらに、上記開示を通して参照され得るデータ、指示、命令、情報、信号、ビット、記号、及びチップが有利には電圧、電流、電磁波、磁場或いは粒子、光場或いは粒子、或いはいずれかのそれらの結合により表されることを評価するであろう。

【0051】

上記で開示された好ましい実施例は例として引用され、本発明の全スコープはクレームによりのみ規定される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施例による反復型複合器を示すブロック図。

【図2】

本発明の一実施例において、パケットの復号を終了するかどうかを決定するために複合器が行う動作を示すフローチャート。

【図3】

本発明の別の実施例による反復型複合器を示すブロック図。

【図4】

本発明の別の実施例において、パケットの復号を終了するかどうかを決定するために複合器が行う動作を示すフローチャート。

【図5】

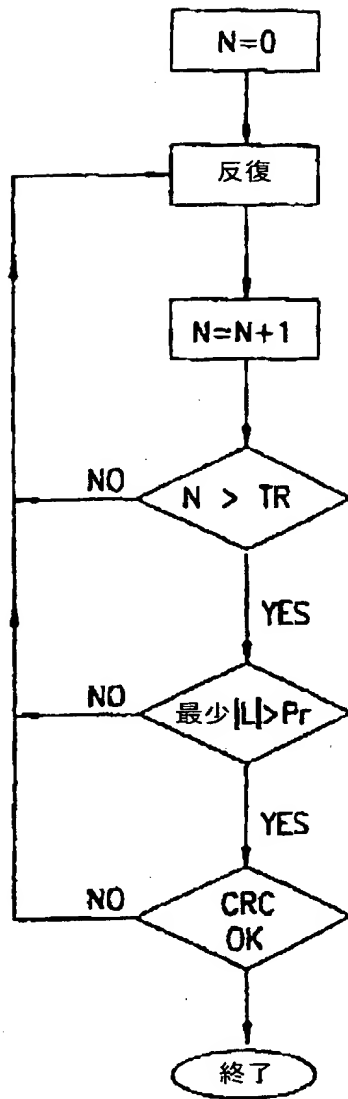
本発明の別の実施例において、パケットの復号を終了するかどうかを決定するために複合器が行う動作を示すフローチャート。

【符号の説明】

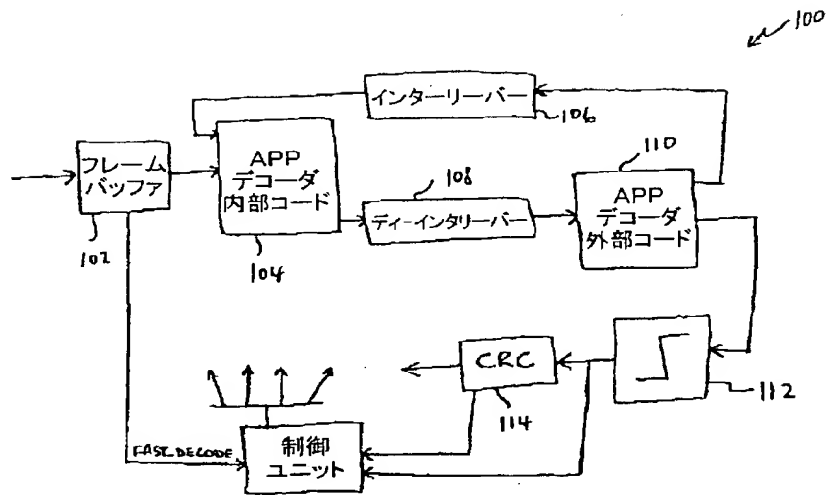
52…RAM、54…RAM、62…バッファ、64…バッファ、80…決定ユニット、83…検査ユニット



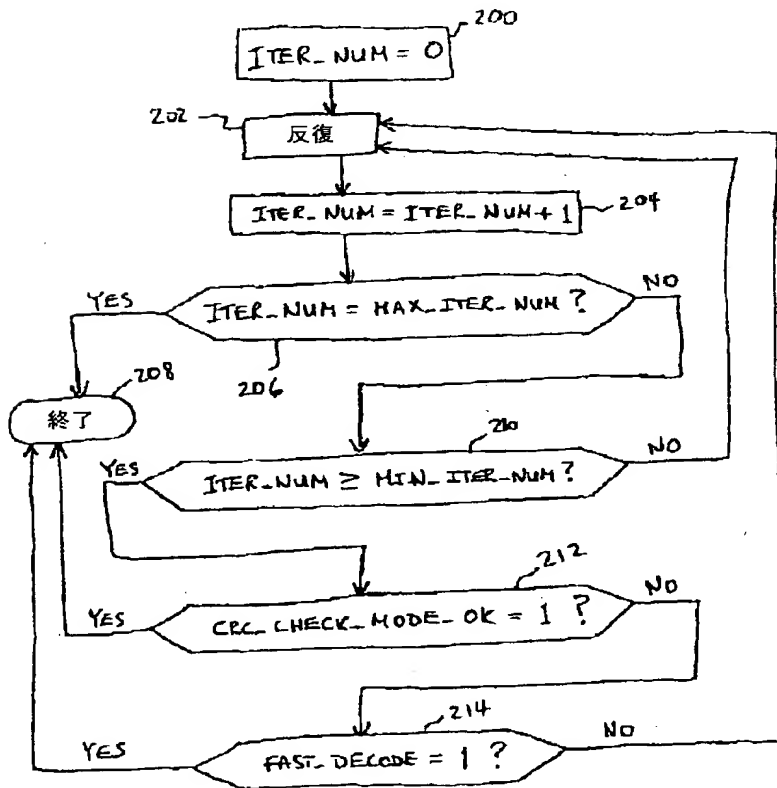
【図2】



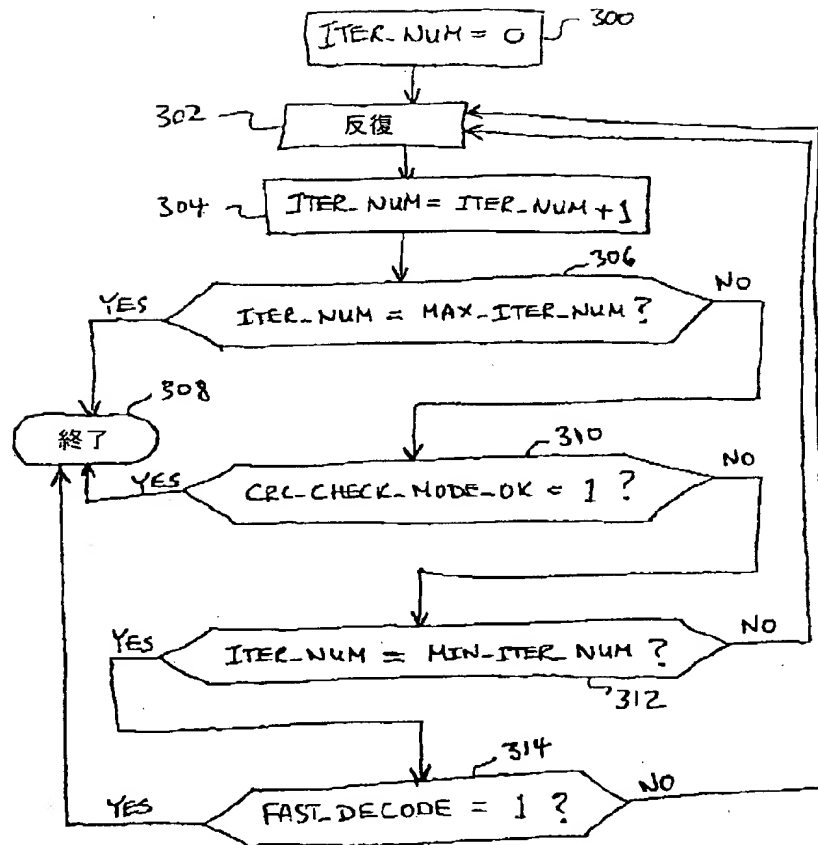
【图 3】



【圖 4】



【図5】





【手続補正書】

【提出日】平成13年11月29日(2001.11.29)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 下記工程を具備する、反復複合器においてパケットに実行する反復復号プロセスを終了する方法：

復号反復の数が予め定めた最大反復数に等しいか、否かを決定する；

反復複合器の入力に結合されたパケット記憶要素が、パケット記憶要素の記憶容量のあらかじめ定めた割合内であるか、否かを決定する；

復号反復の数が予め定められた最小反復数に等しいか、否かを決定する；

エラー検出方法が、少なくとも一つの先行パケットに関して満足されていたか、否かを決定する；

(1)復号反復の数が予め定めた最大反復数に等しい場合、或いは(2)該パケット記憶要素が該パケット記憶要素の記憶容量の予め定められた割合のである場合、或いは(3)復号反復の数が予め定めた最小反復数に等しく、及びエラー検出方法が少なくとも一つの先行パケットに関して満足されていた場合、該パケットに対する反復復号処理を終了する。

【請求項2】 エラー検出方法が巡回冗長検査を備えている、請求項1の方法。

【請求項3】 少なくとも一つの先行パケットが二つの先行パケットを有する、請求項1の方法。

【請求項4】 巡回冗長検査ビットが、二つの先行パケットに関して同一である場合、エラー検出方法が満足される、請求項1の方法。

【請求項5】 巡回冗長検査が、先行の複合されたパケットに関して満足されている場合、及び先行の復号されたパケットが反復復号処理を受けているパケ

ットと同一である場合、エラー検出方法は満足されている、請求項1の方法。

【請求項6】 先行の復号されたパッケージが反復復号処理を受けているパッケージと同一である場合、エラー検出方法は満足されている、請求項1の方法。

【請求項7】 下記を具備する反復複合器：

パッケージ上で反復復号処理を実行するための第1及び第2の復号手段；

該第1及び第2の復号手段に結合されたパッケージ記憶手段；

復号反復数が予め定めた最大反復数に等しいか、否かを決定する手段；

パッケージ記憶手段が、パッケージ記憶手段の記憶容量の予め定めた割合内であるか、否かを決定する手段；

復号反復の数が予め定めた最小反復数に等しいか否かを決定する手段；

エラー検出方法が少なくとも一つの先行パッケージに関して満足されていたか否かを決定する手段；及び

(1)復号反復の数が予め定めた最小反復数に等しい場合、又は(2)パッケージ記憶手段がパッケージ記憶手段の記憶容量の予め定められた割合内である場合、又は(3)復号反復の数が予め定められた最小反復数に等しい場合、及びエラー検出方法が少なくとも一つの先行パッケージに関して満足されている場合、該パッケージに対する反復復号処理を終了する手段。

【請求項8】 エラー検出方法が巡回冗長検査を備えている、請求項7の反復複合器。

【請求項9】 少なくとも一つの先行パッケージが二つの先行パッケージを有する、請求項7の反復複合器。

【請求項10】 巡回冗長検査ビットが二つの先行パッケージに関して同一である場合、エラー検出方法は満足されている、請求項7の反復複合器。

【請求項11】 巡回冗長検査が先行の複合されたパッケージに関して満足している場合、及び先行の復号されたパッケージが反復復号処理を受けているパッケージと同一である場合、

エラー検出方法は満足されている、請求項7の反復復号器。

【請求項12】 先行の復号されたパッケージが反復復号処理を受けているパッケージと同一である場合、エラー検出方法は満足されている、請求項7の反復複

合器。

【請求項13】 下記を具備する反復復号器：

第1及び第2の復号器；

第1及び第2の複合器に結合され、及び第2の複合器により復号されたパケット内でビットをインターリーブするため及び第1の複合器にインターリーブされたパケットを供するために配置されたインターリーバ；

第1及び第2の複合器に結合され、及び第1の複合器により複合されたパケット内でビットをデインターリーブするために及びデインターリーブされたパケットを第2の複合器に供するために配置されたデインターリーバー；

第2の複合器に結合されたエラー検出モジュール；

第1の複合器に結合された入力パケットバッファ；

第1及び第2の複合器、インターリーバー、デインターリーバー、エラー検出モジュール、及び入力パケットバッファに結合された制御ユニット、該制御ユニットは、(1)復号反復数が予め定めた最小反復数に等しい場合、又は(2)エラー検出モジュールが二つの先行パケットに関して満足するエラー検出方法を形成する場合、又は(3)入力パケットバッファが入力パケットバッファの記憶容量の予め定めた割合内である場合、パケット上で実行されている反復復号を終了するために配置されている。

【請求項14】 エラー検出モジュールは巡回冗長検査ユニットを備えている、請求項13の反復複合器。

【請求項15】 第1及び第2の複合器が最大一つの後の複合器を備える、請求項13の反復複合器。

【請求項16】 第1及び第2の複合器がターボ複合器を備える、請求項13の反復複合器。

【請求項17】 第1の複合器が内部コードを復号するために配置され、第2複合器が外部コードを複合するために配置されている、請求項13の反復複合器。

【請求項18】 下記工程を具備する、反復複合器でパケット上で実行されている反復復号処理を終了する方法：

復号反復数が予め定めた最大反復数に等しいか否かを決定する；

反復複合器の入力に結合されたパケット記憶要素が、パケット記憶要素の記憶容量の予め定めた割合内であるか否かを決定する；

復号反復数が予め定めた最小反復数に等しいか、より大きいかなかを決定する；

復号反復数が予め定めた最小反復数に等しいか、より大きいかなかを決定する；

エラー検出方法が少なくとも一つの先行パケットに関して満足していたか否かを決定する；

(1)復号反復数が予め定めた最大反復数に等しい場合、(2)復号反復数が予め定めた最小反復数に等しく、及びパケット記憶要素がパケット記憶要素の記憶容量の予め定めた割合内である場合、又は(3)復号反復数が予め定めた最小反復数に等しいか、より大きく、及びエラー検出方法が少なくとも一つの先行パケットに関して満足されていた場合、該パケットに対する反復復号処理を終了する。

【請求項19】 エラー検出方法が巡回冗長検査を備える、請求項18の方法。

【請求項20】 少なくとも一つの先行パケットが二つの先行パケットを有する、請求項18の方法。

【請求項21】 巡回冗長検査ビットが二つの先行パケットに関して同一である場合、エラー検出方法が満たされている、請求項18の方法。

【請求項22】 巡回冗長検査が先行の複合されたパケットに関して満足している場合、及び先行の復号されたパケットが反復復号処理を受けているパケットに同一である場合、エラー検出方法が満たされている、請求項18の方法。

【請求項23】 先行の復号されたパケットが反復復号処理を受けているパケットに同一である場合、エラー検出方法が満たされている、請求項18の方法。

【請求項24】 下記を具備する反復複合器：

パケット上で反復復号処理を実行するための第1及び第2の復号手段；

第1及び第2の復号手段に結合されたパケット記憶手段；

復号反復数があらかじめ定めた最大反復数に等しいか否かを決定するための

手段；

パケット記憶手段が、パケット記憶手段の記憶容量の予め定められた割合内であるか否かを決定するための手段；

復号反復数が予め定めた最小反復数に等しいか、或いはより大きいかな否かを決定するための手段；

エラー検出方法が少なくとも一つの先行パケットに関して満足していたか否かを決定するための手段；

(1)復号反復数が予め定めた反復数に等しい場合、又は(2)復号反復数が予め定めた最小反復数に等しいかより大きく、及びパケット記憶手段がパケット記憶手段の記憶容量の予め定めた割合内である場合、又は(3)復号反復数が予め定めた最小反復数に等しいかより大きく、及びエラー検出方法が少なくとも一つの先行パケットに関して満足していた場合、該パケットに対する反復復号処理を終了するための手段。

【請求項25】 エラー検出方法が巡回冗長検査を備える、請求項24の反復複合器。

【請求項26】 少なくとも一つの先行パケットが二つの先行パケットを有している、請求項24の反復複合器。

【請求項27】 巡回冗長検査ビットが二つの先行パケットに関して同一である場合、エラー検出方法が満たされている、請求項24の反復複合器。

【請求項28】 巡回冗長検査が先行の複合されたパケットに関して満足している場合、および先行の複合されたパケットが反復復号処理を受けているパケットに同一である場合、エラー検出方法は満たされている、請求項24の反復検出方法。

【請求項29】 先行の復号されたパケットが反復復号処理を受けているパケットに同一である場合、エラー検出方法は満たされている、請求項24の反復複合器。

【請求項30】 下記を具備する、多重成分復号化スキームに従って、符号化された信号パケットのシーケンスを反復復号するための装置：

複数の複合器、これら各々は、複数の複合器が実質的に同時に動作するよう

に、一つの信号パケット上でそれぞれ異なる復号方法を実行する。

【請求項31】 複数の複合器は、異なる、各パケット上で同時に動作する、請求項30に従った装置。

【請求項32】 複数の複合器は、該装置が該シーケンスを復号する動作時間の少なくとも50%の期間、同時に動作する、請求項30に従った装置。

【請求項33】 複数の複合器は該装置の実質的な全動作時間の間に同時に動作する、請求項32に従った装置。

【請求項34】 複数の複合器の各々が、反復の大部分において複数の複合器の他の一つにより処理されたパケットをその入力として受ける、請求項30に従う装置。

【請求項35】 複数の複合器が二つの複合器を備える、請求項30に従った装置。

【請求項36】 複合器が復号後にパケットを出力する複数のメモリユニットを備えている、請求項30に従う装置。

【請求項37】 パケットが復号後にインターリーブされる、或いはデインターリーブされる、請求項30に従う装置。

【請求項38】 複数の複合器の各々は、他の複合器の復号時間に一般的に等しい復号時間を要求する、請求項30に従う装置。

【請求項39】 多重成分符号化スキームが並行符号化スキームを備える、請求項30に従う装置。

【請求項40】 多重成分符号化スキームが連続する符号化スキームを備える、請求項30に従う装置。

【請求項41】 複数の複合器がAPP複合器を備える、請求項30に従う装置。

【請求項42】 下記を具備する、内部及び外部符号を含む多重成分符号化スキームに従って符号化された、データパケットのシーケンスを復号する方法：

第1の複合器中の第1のパケットを復号し、第1の復号された出力パケットを形成するために内部符号を復号する；

第2の複合器中の第1の復号された出力パケットを復号し、第1の複合器中の第2のパケットを実質的に同時に復号する間に外部符号を復号する。

【請求項43】 内部符号を復号することを繰り返すように、第二の複合器から第1の複合器に第一のパケットを出力することを備える、請求項42に従う方法。

【請求項44】 第1及び第2の複合器中の第1及び第2のパケットを交互に繰り返し復号することを備える、請求項43に従う方法。

【請求項45】 第2の複合器で第1の出力パケットを復号する前に、第1の出力パケットをデインターリーブすることを備える、請求項42に従う方法。

【請求項46】 多重成分符号化スキームが連続する符号化スキームを備える、請求項42に従う方法。

【請求項47】 各ビットが確立値により表されるソフトデータの反復復号するためのシステムにおいて、下記を具備する、復号を終了するために複数の反復のいずれかの後に決定するための方法：

パケット中のビットの確立値を決定する；

確立値が予め定めた値以上である場合のみ、復号を終了することを決定する。

【請求項48】 確立値の決定は、パケット中のビットのハードデータ値の最小確立を決定することを備える、請求項47に従う方法。

【請求項49】 最小確立値の決定は、最小絶対ログ確立値を決定することを備える、請求項48に従う方法。

【請求項50】 パケット中のエラー検出領域が正しいことを確認することを備え、及びここで、終了することの決定はエラー検出領域が正しい場合にのみ、終了することの決定を有する、請求項48に従う方法。

【請求項51】 エラー検出領域が正しいことを確認することは、確立値が予め定めた値以上である時に実行される、請求項50に従う方法。

【請求項52】 確立値を決定することは、パケット上で実行される復号反復の予め定められた数の後でのみ実行される、請求項47に従う方法。

【請求項53】 確立値の決定は、パケット中のビットの復号されたコピー上で確立値を決定することを備える、請求項47に従う方法。

【請求項54】 確立値の決定は、パケット中のビットのコード化されたコピー上で確立値を決定する、請求項47に従う方法。

【請求項55】 下記を具備する、確立値を各ビットに関して含んでいるコード化されたパケットの反復復号のための装置：

パケットの反復反復を実行する複合器；

パケット中のビットの確立値に応じて複合器が付加的な反復を実行するべきか否かを決定する制御ユニット。

【請求項56】 制御ユニットが、パケットを検査することなく予め定めた反復数を複合器に実行させる、請求項55に従う装置。

【請求項57】 確立値が予め定めた条件を満たしている場合、パケット中のエラー検出領域に応じて、付加的な反復が複合器により実行されるべきか否かを制御ユニットが決定する、請求項55に従う装置。

【請求項58】 エラー検出領域が正しい場合、複合器による付加的な反復を制御ユニットが開始しない、請求項57に従う方法。

【請求項59】 複合器がAPP複合器を備える、請求項55に従う装置。

【請求項60】 制御ユニットはパケット中のビットのハードデータ値の最小確立を計算し、及び付加的な反復が最小確立に応じて実行されるべきか否かを決定する、請求項55に従う装置。

【請求項61】 制御ユニットが最小絶対ログ確立値を計算する、請求項60に従う装置。

【請求項62】 制御ユニットがパケットの復号されたコピーの確立値に基づいて最小確立値を計算する、請求項60に従う装置。

【請求項63】 正義よユニットがパケットの符号化されたコピーの確立値に基づいて最小確立を計算する、請求項31に従う装置。



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No.  
PCT/US 99/26101

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H03M13/29

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	S. BENEDETTO ET AL.: "Iterative Decoding of Serially Concatenated Codes with Interleavers and Comparison with Turbo Codes." GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE (GLOBECOM), US, NEW YORK, IEEE, 3 November 1997 (1997-11-03), pages 654-658, XP000737620 figure 1 — — — — — — — — — —	1, 7, 13, 18, 24, 42, 47, 55

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☐ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.  
 "Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 May 2000

Date of mailing of the international search report

26/05/2000

 Name and mailing address of the ISA  
 European Patent Office, P.B. 5818 Patentstein 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel.: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3010

Authorized officer

Van Staveren, M

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Appl. No.  
PCT/US 99/26101

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	J. HAGENAUER, E. OFFER AND L. PAPKE: "Iterative decoding of Binary block and convolutional codes" IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, vol. 42, no. 2, March 1996 (1996-03), pages 429-445, XP002137647 cited in the application page 433, column 2, line 36 -page 434, column 2, line 17	1,7,13, 18,24, 47,55
A	S.S. PIETROBON: "Implementation and Performance of a turbo/map decoder" INTERNATIONAL JOURNAL OF SATELLITE COMMUNICATIONS, vol. 16, no. 1, February 1998 (1998-02), pages 23-46, XP000856961 cited in the application	1,7,13, 18,24, 42,47,55

1

Form PCT48A/Z10 (continuation of second sheet) (July 1992)

## フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW

Fターム(参考) 5B001 AA10 AB01 AB05 AC05 AD06

AE02

5J065 AC02 AD04 AE01 AF01 AG06

AH13

5K014 AA01 BA06 EA01 FA16 GA02

HA05